

基于情境分类的3D打印交互信息模型构建

李雪楠¹, 赵江洪², 赵丹华²

(1.湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082;

2.湖南大学 设计艺术学院, 长沙 410082)

摘要: **目的** 基于复杂情境中交互信息的属性与表征, 为平台化编辑型软件设计提供一种复杂信息的分类与组织方法。**方法** 从交互设计角度, 运用文献研究、比较分析法以及案例推理法, 对复杂情境中的交互信息进行属性与表征分析, 比较不同角度中情境建模思路的差异性, 并构建以交互设计角度为切入点的情境模型, 最后通过笔者参与的设计实践进行实例验证。**结果** 通过情境建模, 可以看出复杂情境信息一般分为内容与流程两种属性, 同时也存在属性的交叉, 其中内容层面的非结构化信息为设计的重点。**结论** 通过实例验证来看, 基于复杂情境的交互信息模型可以将设计信息进行有效分类组织, 为基于3D打印的平台化编辑型软件的设计与开发提供了一种辅助设计思路。

关键词: 情境; 交互设计; 情境建模; 3D打印软件

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)02-0128-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.02.022

The Modeling of 3D Printing Interaction Information Based on Context Classification

LI Xue-nan¹, ZHAO Jiang-hong², ZHAO Dan-hua²

(1.State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacture for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China; 2.School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The work aims to provide a classification and organization method of complex information for platform-based editing software design, based on the attributes and representations of interaction information in complex context. From the perspective of interaction design, the methods of literature research, comparative analysis and case reasoning were used to analyze the attributes and representations of interaction information in complex context, compare the differences of context modeling ideas in different perspectives, and construct a context model starting from the perspective of interaction design. Finally, the example was verified by the design practice in which the author participated. Through context modeling, it could be seen that complex context information was generally divided into two attributes: content and process, and there was also a cross of attributes, among which non-structural information at the content level was the focus of the design. From the example verification, the interaction information modeling in complex context can classify and organize the design information effectively, which provides an auxiliary design idea for the design and development of the platform-based editing software based on 3D printing.

KEY WORDS: context; interaction design; context modeling; 3D printing software

收稿日期: 2018-09-26

基金项目: 国家自然科学基金(51605154); 省重点研发计划(2016GK2010); 中央高校基本科研业务经费

作者简介: 李雪楠(1987—), 女, 山东人, 湖南大学博士生, 主要研究方向为设计系统与方法、智能制造系统设计、交通工具设计与智能硬件等。

通信作者: 赵江洪(1954—), 男, 湖南人, 湖南大学教授、博士生导师, 主要研究方向为设计系统与方法。

Dewey 在 1896 年提出情形 (Situatdness) 概念。Tulving (1972 年) 认为从记忆角度, 情境的记忆与特定条件下的个人经验有关。谭浩 (2006 年) 对情境产生的机制进行了具体解释, 认为人的行为受限于某种客观环境或条件, 这种特定环境与条件可以称为“情境 (Context 或 Scenario) [1-3]”。由于现实中去完全量化用户体验不具有可操作性, 设计者需要通过相对客观的辅助手段来分析复杂情境的信息及其关系[4-5]。因为复杂情境中带有信息属性与类别, 基本决定了整个软件的功能架构与迭代, 进而功能架构则会直接影响用户体验以及用户目标任务的有效达成[6]。尤其对于平台化软件的复杂情境来说, 情境信息的组织与设计研究显得尤其重要。从复杂情境信息的属性分类角度, 构建了面向 3D 打印平台化编辑型软件[7]的情境模型。

1 交互设计中情境的复杂化

1.1 复杂情境的定义

莫格里奇在 1981 年提出了交互科学这一概念[8]。如今, 大数据、智能制造技术、移动互联网等技术的快速发展, 使得情境信息的可得性得到了极大提高。海量的情境信息凸显了情境信息的复杂性。虽然学术界与实业界都认可情境信息的重要性, 但是情境信息的获取与构建方法一直是一个研究难点。复杂情境引申出的难点是情境的精细化划分问题。还有学者注意到了情境随时间变化而变化, 用户面对同一情境时, 也存在一定差异。单纯的物理产品造型对应的情境可理解为单一情境; 与其相对的“复杂情境”则涉及软件以及智能硬件相关的交互产品。这类产品常常由软件、硬件两个层面构成。这也是情境信息获取引申出的另一个难点。例如, CATIA, Rhino, Unigraphic, 以及 3D 打印软件等平台化编辑型软件。

Kazienko & Adamski (2004 年) 认为用户偏好[9-11]的优先级会随着情境变化发生改变。复杂场景会引起用户偏好漂移, 导致原有的用户情境描述知识失效, 这加剧了情境的复杂性。根据时间属性, 学术界对于这种用户偏好 (兴趣) 漂移进行了分类: 短期偏好 (兴趣) 与长期偏好 (兴趣)。同时, 有学者认为这样的长、短期偏好可以被引导和挖掘。简言之, 情境的复杂性主要体现在: 情境信息数据量庞大; 情境信息之间的关系复杂; 情境信息的获取与组织; 不同情境的时间迁移变化, 见图 1。

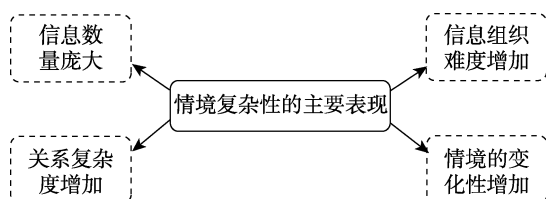


图 1 情境复杂性的主要表现
Fig.1 The main manifestation of context complexity

1.2 复杂情境中信息组织的 3 种视角

一般来说, 面向平台化编辑型软件的情境具有一定复杂性, 其复杂情境中的信息组织方式有 3 种视角: 工程技术角度、推理建模角度和设计组织角度, 见图 2。在工程技术角度, 有学者应用情境感知技术, 通过传感器获取当前的情境信息, 来获取用户的行为或动机, 主要通过计算结构化的信息, 将其应用在个性化推荐领域。它适用于产品定义之后的算法实现阶段, 该方法侧重分析情境的个性化。例如, Koychev 和 Schwab (2000 年) 采用遗忘函数法, 来处理用户偏好在时间线上的变化。

在情境感知推理建模角度, Held 等人 (2002 年) 侧重于研究普世环境中的情境建模方法。Korpipaa 等人 (2003 年) 认为情境本体的建立要简单化, 使得更具通用性。这意味着这类情境信息包含了非结构化的信息, 并试图把非结构化的信息趋向结构化。Strang 等人 (2004 年) 侧重于研究情境信息的分类及分类的质量[12]。一定意义上, 这与交互设计中的情境信息分类有某种相通之处。简言之, 就是运用相对结构化的分析方法来处理非结构化的信息。

具体来说, 在交互设计角度, 尤其对于平台化编辑型软件情境信息的组织设计, 则侧重用户体验、用户偏好、语义认知层面的信息组织与设计[13-15]。这类信息所呈现的主要特征是非结构化。非结构化的信息既对算法实现是一个难点, 同时更是设计者所面临的设计难点, 因此, 一定程度上, 软件类平台的交互设计就是在结构化信息基础上, 将非结构化信息进行组织与设计, 来取得合适的解决方案。从结果层面, 通过对软件的情境信息的组织与设计, 有助于用户减少认知负荷与时间成本等, 从而更专注于用户目标的最终达成。

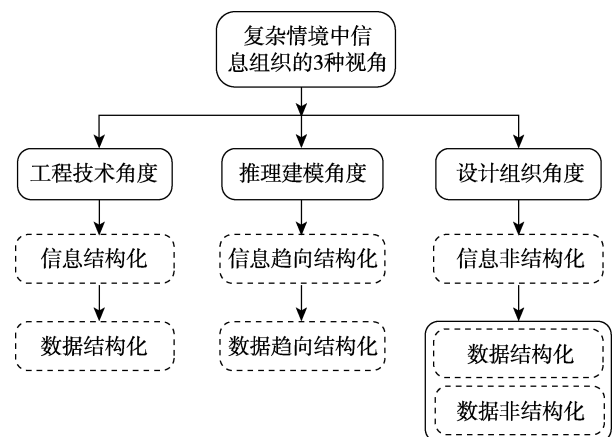


图 2 复杂情境中信息组织的 3 种视角
Fig.2 The three views of information organization in complex context

1.3 复杂情境中交互信息模型的构建

一般来说, 平台化编辑型软件分为两个重要设计

维度：操作内容的一致性以及流程的可用性。在一个复杂情境信息模型的构建中，其信息既包含了基于内容的属性，也包含了基于流程的属性，例如 3D 打印软件系统。流程信息是软件的骨架结构，内容信息是流程中的信息的有效聚合，从而为用户提供具体任务的指向信息。

基于复杂情境的交互信息模型（Interaction information modeling in complex context，简称 CIM），见图 3，将复杂情境中的设计信息进行文本化分类，以“任务入口”为“原点”，“X轴”为基于流程的维度，“Y轴”为基于内容的维度。基于内容维度，主要包含结构化信息（Structural Information，简称 SI）与非结构化信息（Non-structural Information，简称 NSI）。结构化信息主要指软件的功能与架构、参数编辑和数据

指标等。非结构化信息主要指设计产品风格，用户在具体内容方面的偏好等。基于流程维度，主要包括操作信息（Active Information，简称 AI）与非操作信息（Non-active Information，简称 NAI）。操作信息指需要用户进行选择或编辑的信息。非操作信息指需要浏览、实时查看的信息。

同时，信息不可避免地存在属性上的交叉，例如用户偏好信息和用户个性化信息。由于非操作信息与非结构化信息会随软件对象的不同而存在内容上的差异，因此这些信息通常是交互设计研究中的重点信息。为了表述的简便性，对以下信息的分类名称进行简化：结构化操作信息为 SI-AI；结构化非操作信息为 SI-NAI；非结构化操作信息为 NSI-AI；非结构化非操作信息为 NSI-NAI。

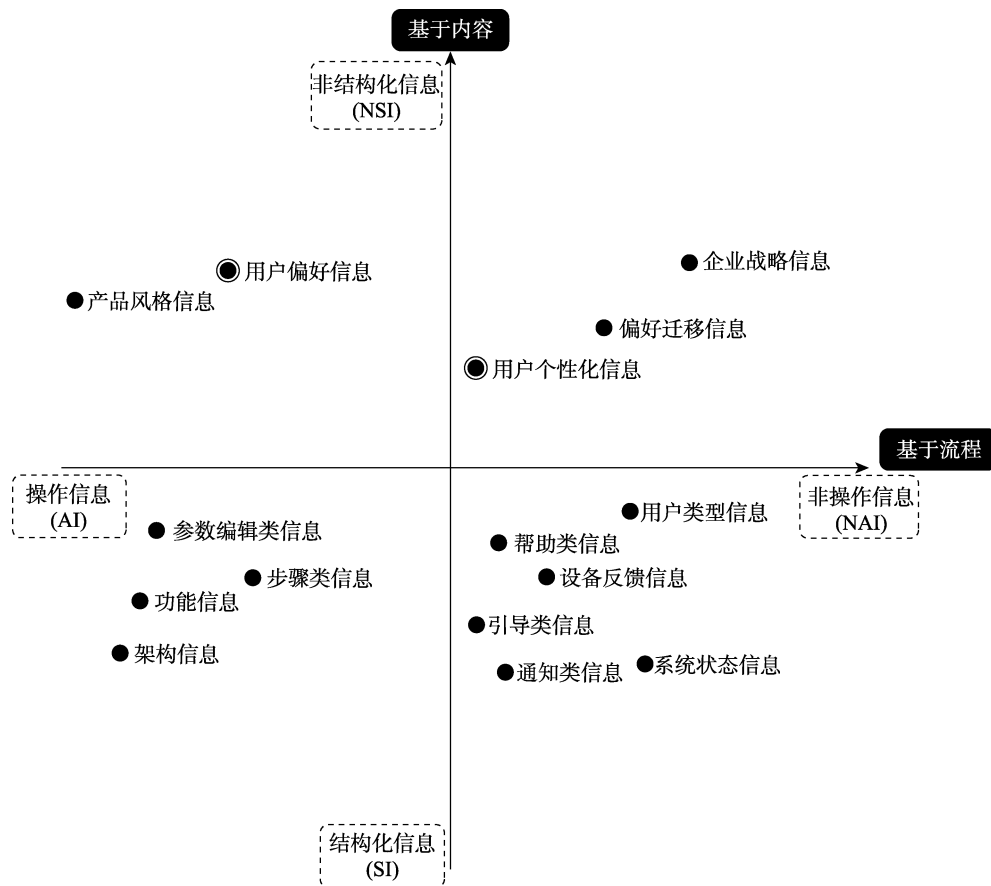


图 3 基于复杂情境的交互信息模型（CIM）

Fig.3 The interaction information modeling in complex context(CIM)

2 设计实例应用

2.1 3D 打印软件中情境信息的反馈关系

设计实例选取笔者参与设计的 3D 打印软件。主要由于该软件既包含了平台化编辑型软件的特点，又兼具对物理设备控制所需的操作环境，因此具备设计案例的典型性。其主要信息反馈关系，见图 4。在 3D

打印软件^[16-17]的操作环境里集中体现了用户在不同环境中的认知切换，主要包含了以下 3 种认知环境：虚拟编辑环境、物理打印环境和设备运行环境。简言之，这可以看作是一种虚拟环境与物理环境的认知的反复切换。这种反复切换的环境使得用户对产品认知产生了一定的复杂性，进而使得交互系统的设计更具复杂性。

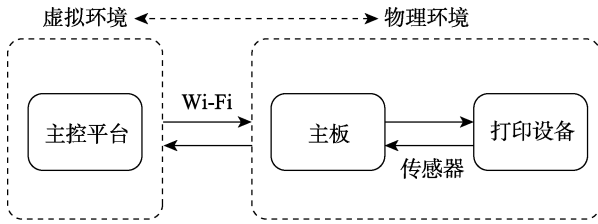


图 4 虚拟环境与物理环境中情境信息的反馈关系
Fig.4 The feedback relationship between virtual environment and physical environment

2.2 3D 打印软件中情境信息分类

基于图 4 的主要信息反馈关系，通过 CIM 模型

将 3D 打印软件情境信息进行分类，见图 5。从内容维度看，结构化信息（SI）主要是以打印为目标导向的架构。非结构化信息（NSI）主要集中在模型选取偏好，参数编辑偏好方面。这两个方面信息是与用户偏好高度关联的信息。

从流程维度看，操作信息（AI）是指对模型和设备编辑的必要细分信息，该类信息内部通常存在时序关系。非操作信息（NAI）则集中在需要实时浏览的设备信息与打印状态信息，以及有关产品策略的信息。这些信息通常不存在时序关系，因此在时序上的变动限制较小，主要依附用户偏好进行时序上的定义。

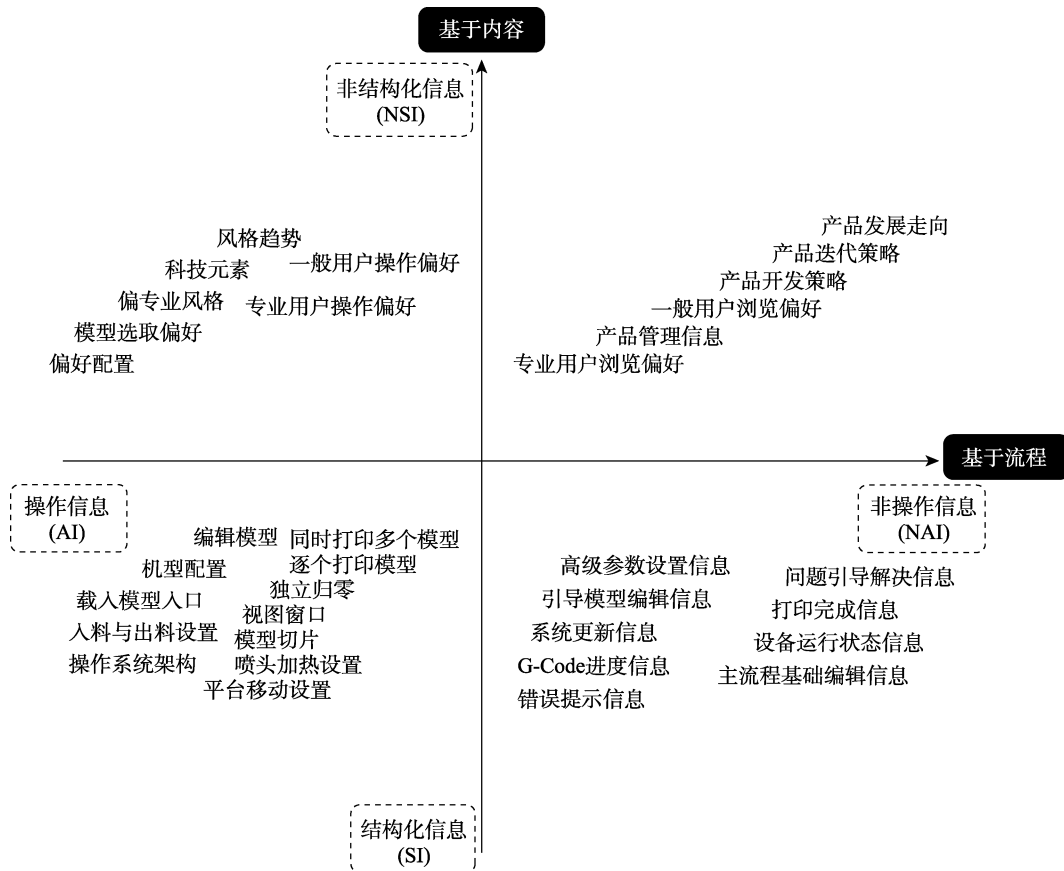


图 5 3D 打印系统中情境信息模型
Fig.5 The context information modeling in 3D printing system

2.3 交互流程的构建

基于 CIM 模型的信息分类与关键情境节点的信息，构建了 3D 打印交互流程基础框架，其具体信息的分布与类别标注，见图 6。从流程维度的时序关系看，一个完整的打印流程包括以下必要步骤：添加模型—选取目标模型—G_code 生成—打印预览—打印—取出模型。该流程呈现出以关键操作信息为主导的特征，并且操作信息之间具有严格的时序关系。在内容上，非结构化的信息在关键流程节点被细分，其细分项越多，那么该流程的复杂程度越高。该处的非结构化信息，主要通过一般用户与专业用户的偏好聚类

来进一步有针对性地获取，用户偏好信息与用户个性化信息深入在每个关键步骤中。产品开发策略贯穿于整个产品架构中，并不在具体的步骤中体现。

2.4 交互流程的实现

根据图 6 的交互流程信息框架，设计了 3D 打印系统的主流程界面，其用户界面设计是对交互流程具体的视觉化表达。从用户界面中可以看出，界面信息映射了 4 种情境信息的分类与交叉组织的设计关系，见图 7。在风格定义层面，将交互界面风格设定为偏向科技感、理性感的黑蓝色风格，突出主流程的操作信息以及用户的主要操作任务信息。

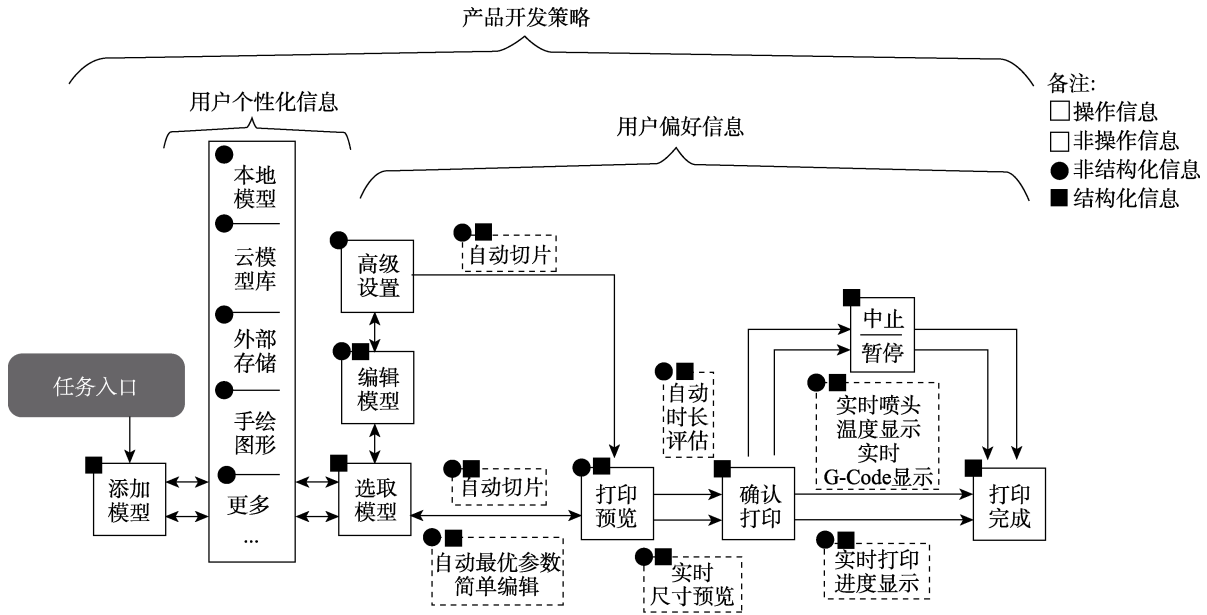


图6 3D打印系统交互流程的构建
Fig.6 The modeling of interaction process of 3D printing system

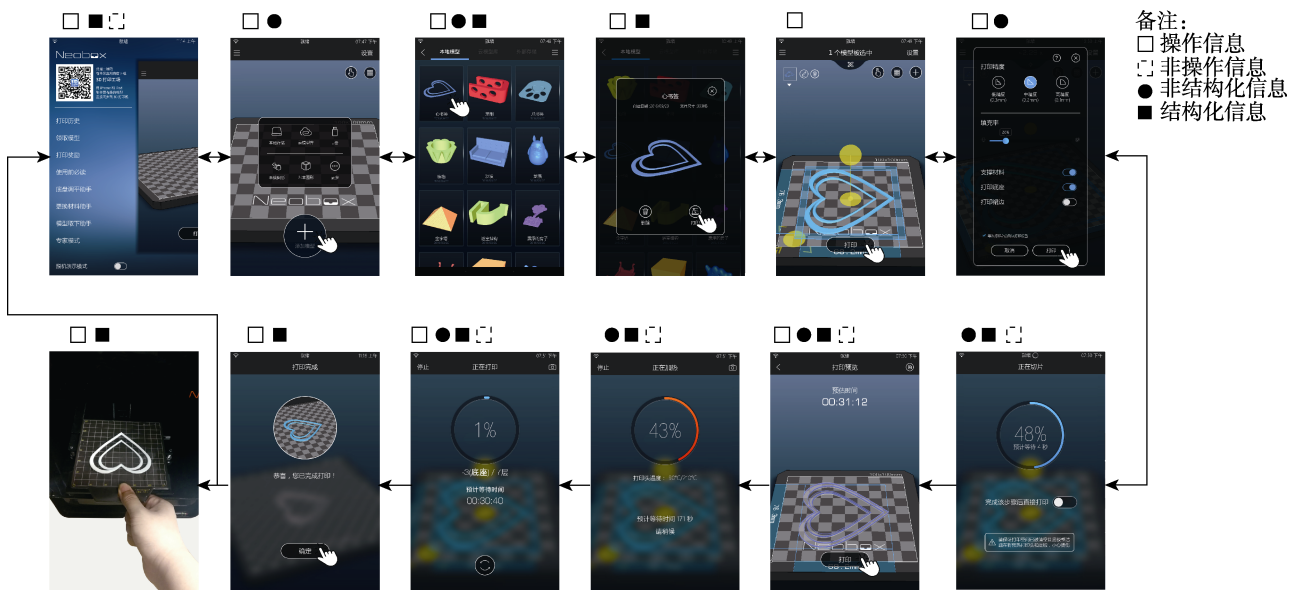


图7 3D打印系统交互主流程界面
Fig.7 The main process interface of 3D printing system

3 结语

基于 CIM 模型对复杂情境中的交互信息进行属性分类与组织设计,可以辅助构建有效的平台化编辑型软件的交互流程框架。运用 CIM 模型对复杂情境信息进行组织, 这为平台化编辑型软件的设计与开发, 提供了一种辅助的设计思路。下一步研究将在 CIM 模型框架内,对目标交互信息的组织展开更精细化的探索, 进一步提高设计信息组织与整合效率。

参考文献:

[1] 谭浩. 基于案例的产品造型设计情境知识模型构建与

应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2006.
TAN Hao. The Case-based Scenario Knowledge Model in Product Form Design[D]. Changsha: Hunan University, 2006.
[2] 赵丹华. 产品造型情感类型与情感价值的研究框架[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 1—5.
ZHAO Dan-hua. Research Framework of Emotion Classification and Value of Product Modeling[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(20): 1—5.
[3] LEE S, KOUBEK R J. Understanding User Preferences Based on Usability and Aesthetics Before and After Actual Use[J]. Interacting with Computers, 2010(6): 530—543.
[4] JARED S B, MARK W N, JULIE A K. What Designers

- Talk about When They Talk about Context[J]. *Human-Computer Interaction*, 2014(29): 420—450.
- [5] HE L, CHEN W, HOYLE C, et al. Choice Modeling for Usage Context-based Design[J]. *Journal of Mechanical Design*, 2012(3): 1—6.
- [6] MIROSLAV M, TOMAS C, PAVEL S. Context-sensitive, Cross-platform User Interface Generation[J]. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 2014(2): 217—229.
- [7] 李雪楠, 赵江洪. 基于智能制造的交互系统设计需求与产品化[J]. *包装工程*, 2016, 37(24): 90—95.
LI Xue-nan, ZHAO Jiang-hong. Design Demands of Interaction System and Productization Based on Intelligent Manufacturing[J]. *Packaging Engineering*, 2016, 37(24): 90—95.
- [8] 谢建闯, 赵英新. 产品情感交互设计探析[J]. *艺术与设计(理论版)*, 2009(7): 148—150.
XIE Jian-chuang, ZHAO Ying-xin. Interaction Design Analysis of Product Emotion[J]. *Art and Design(Theory Edition)*, 2009(7): 148—150.
- [9] MARC H, ANNIKA W E, ANETTE B, et al. Experience-Oriented and Product-Oriented Evaluation: Psychological Need Fulfillment, Positive Affect, and Product Perception[J]. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2015(8): 530—544.
- [10] 辛向阳. 交互设计: 从物理逻辑到行为逻辑[J]. *装饰*, 2015(1): 58.
XIN Xiang-yang. Interaction Design: from Logic of Things to Logic of Behaviors[J]. *Zhuangshi*, 2015(1): 58.
- [11] MIEKE V D B B, KEES D. Advancing the Strategic Impact of Human-centred Design[J]. *Design Studies*, 2017(53): 1—23.
- [12] 许翀寰. 复杂情境下的电商用户个性化推荐策略研究及应用[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2016.
XU Chong-huan. Personalized Recommendation Strategies and Application for E-commerce User in Complex Context[D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2016.
- [13] ANNA M, ALISSA N A, BERNHARD E R. What is Intuitive Interaction? Balancing Users' Performance and Satisfaction with Natural User Interfaces[J]. *Interacting with Computers*, 2015(3): 357—370.
- [14] LIAM J B. A Human-centred Perspective on Interaction Design[J]. *Tech Trends*, 2015(5): 16—24.
- [15] 张慧忠, 柳冠中. 提升交互过程时间体验的实验研究[J]. *包装工程*, 2016, 37(20): 136—140.
ZHANG Hui-zhong, LIU Guan-zhong. Experimental Research on Enhancing the Time Experience of Interactive Process[J]. *Packaging Engineering*, 2016, 37(20): 136—140.
- [16] 李翔, 王子健. 基于3D打印技术的儿童玩具定制平台设计[J]. *包装工程*, 2018, 39(8): 211—216.
LI Xiang, WANG Zi-jian. Customized Platform Design for Children's Toys Based on 3D Printing Technology[J]. *Packaging Engineering*, 2018, 39(8): 211—216.
- [17] 高阳. 三维打印技术在产品设计中的应用研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2011.
GAO Yang. 3D Printing Technology Application Product Design Research[D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2011.